

MECHANICAL SECTOR TYPE ULTRASONIC DIAGNOSTIC APPARATUS

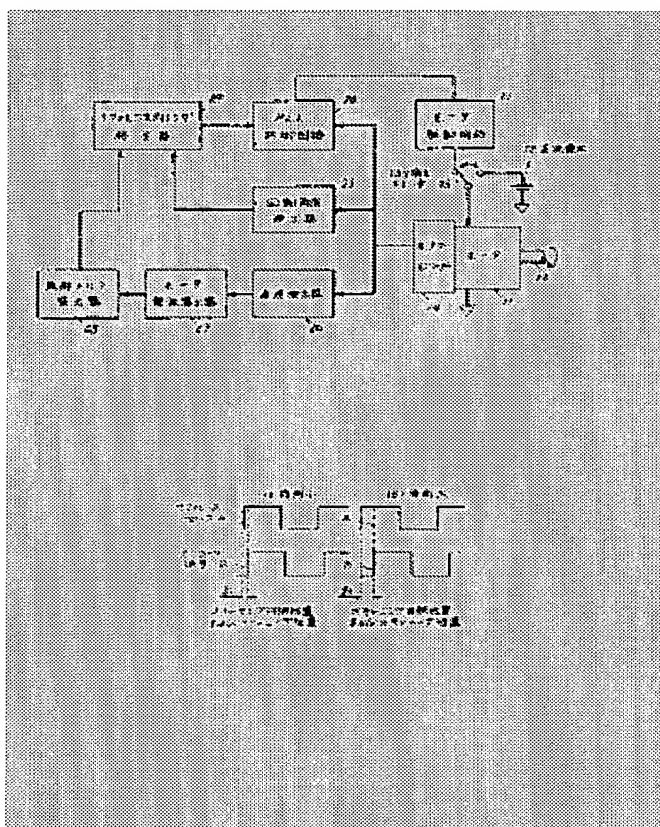
Patent number: JP2057242
Publication date: 1990-02-27
Inventor: FUJII KIYOSHI; KAWABUCHI MASAMI
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Classification:
- **international:** A61B8/00; G01N29/26
- **europaen:**
Application number: JP19880208723 19880823
Priority number(s): JP19880208723 19880823

Report a data error here

Abstract of JP2057242

PURPOSE: To eliminate the error caused by the measurement of a dimension on an image by minimizing the shaking or strain of the image and to reduce an erroneous diagnosis by calculating the error of a scanning position generated corresponding to negative load on the basis of the data of a rotary position and controlling a motor driving circuit so as to correct said error.

CONSTITUTION: At first, a change-over switch 23 is operated to apply DC voltage to the motor in an ultrasonic probe. An angle-of-rotation detector 25 always monitors the signal of a rotary encoder 14 and calculates the speed variation corresponding to a rotary position on the basis of the data of the rotary position and the load data from a load torque calculator 28. A PLL control circuit 24 compares the phase of a corrected reference timing clock with that of the signal from the rotary encoder 14 to perform the PLL control of a motor driving circuit 21 and realizes constant speed rotation wherein the speed variation due to the load variation during rotation is corrected. By this method, the scanning speed of the ultrasonic probe is made constant and the strain or shaking of an image can be eliminated.



⑫ 公開特許公報(A)

平2-57242

⑬ Int. Cl.⁵A 61 B 8/00
G 01 N 29/26

識別記号

5 0 1

庁内整理番号

8718-4C
6928-2G

⑭ 公開 平成2年(1990)2月27日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全8頁)

⑮ 発明の名称 メカニカルセクタ型超音波診断装置

⑯ 特 願 昭63-208723

⑰ 出 願 昭63(1988)8月23日

⑱ 発 明 者 藤 井 清 神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

⑲ 発 明 者 川 淵 正 己 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

⑳ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地

㉑ 代 理 人 弁理士 栗野 重孝 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

メカニカルセクタ型超音波診断装置

2. 特許請求の範囲

(1) トランスデューサ、このトランスデューサをメカニカルにスキヤニング動作させるための機構およびその駆動用のモータを有するメカニカルセクタ型の超音波探触子と、この超音波探触子をスキヤニング動作させるためのモータの駆動回路と、上記超音波探触子のスキヤニング動作機構の動作負荷を測定する測定手段と、上記モータの駆動軸の回転角度検出手段と、上記測定手段で測定した負荷と上記回転角度検出手段で検出した回転位置の情報に基づき、上記負荷量に応じて発生するスキヤニング位置の誤差を算出し、この誤差を補正するように上記モータ駆動回路を制御する補正制御手段を具備したメカニカルセクタ型超音波診断装置。

(2) 補正制御手段が測定手段で測定した負荷と回転角度検出手段で検出した回転位置の情報に基

づき、スキヤニング位置の誤差を補正するタイミングでリファレンスクロックを発生するリファレンスタイミング発生手段と、このリファレンスクロックを用いてモータ駆動回路を制御するPLL制御回路を備えた請求項1記載のメカニカルセクタ型超音波診断装置。

(3) 補正制御手段が測定手段で測定した負荷と回転角度検出手段で検出した回転位置の情報に基づき、スキヤニング位置の誤差を補正するための係数を設定する誤差補正係数設定手段と、リファレンスクロックを発生するリファレンスクロック発生手段と、このリファレンスクロックを用いてモータ駆動回路を制御するPLL制御回路と、上記誤差補正係数設定手段で設定された誤差補正係数に基づき、上記PLL回路のPLLゲインを変換して上記モータ駆動回路を制御するPLLゲイン可変手段を備えた請求項1記載のメカニカルセクタ型超音波診断装置。

3. 発明の詳細な説明
産業上の利用分野

本発明は、超音波ビームの走査を、トランスデューサの機械的走査により行なうメカニカルセクタ型超音波診断装置に関するものである。

従来の技術

従来より、メカニカルセクタ型超音波診断装置は、超音波探触子中に備えられているトランスデューサを、モータの駆動力を利用してメカニカルに一方向回転、または往復回転(揺動)運動させることにより、超音波ビームの走査を行なっている。以下、図面を参照しながら上記従来例について説明する。

第5図に示すようにフレーム1の先端側でトランスデューサ2の回転軸3がベアリング4を介して回転可能に保持されている。フレーム1の内方で従動軸5がベアリング6を介して回転可能に支持され、従動軸5の中央部と偏方に従動歯車7と駆動タイミングベルトプーリ8が取り付けられている。回転軸3上に従動タイミングベルトプーリ9が取り付けられ、これら駆動タイミングベルトプーリ8と従動タイミングベルトプーリ9にタイ

ミングベルト10が掛けられている。フレーム1には直流のモータ11が取り付けられ、モータ11の駆動軸12がフレーム1に挿通され、駆動軸12の内方突出端部に駆動歯車13が取り付けられ、この駆動歯車13が上記従動歯車7にかみ合わされている。したがって、モータ11の駆動により駆動歯車13、従動歯車7を介して従動軸5が回転され、この従動軸5の回転により駆動タイミングベルトプーリ8、タイミングベルト10、従動タイミングベルトプーリ9を介して回転軸3およびトランスデューサ2が一方向回転、または往復回転(揺動)される。モータ11の駆動軸12にはロータリーエンコーダ14、若しくはポテンショメータなどの位置検出器が取り付けられ、モータ駆動回路15により駆動されるモータ11の駆動軸12の回転位置(トランスデューサ2の回転位置)が時々刻々検出される。このロータリーエンコーダ14により得られた回転位置情報とリファレンスクロック発生回路16からのリファレンスクロックに基づいてPLL(フェイズロックル

ブ)制御回路17の制御によりモータ駆動回路15を介してモータ11の駆動軸12の回転速度(トランスデューサ2の回転速度)が制御される。

発明が解決しようとする課題

従来のメカニカルセクタ型超音波診断装置は、超音波診断画像を得るために、上記のようにトランスデューサ2を一方向回転、または往復回転(揺動)運動させて超音波ビームの走査を行ない、このトランスデューサ2はPLL制御回路17などのフィードバック制御系で一定回転速度となるように制御している。一方、メカニカルセクタ型超音波診断装置はスキャン動作機構の部品の精度や組立状態によってスキャン動作機構の負荷が超音波探触子ごとに異なり、また、スキャン動作機構の摩耗や変形などの経時的な変化、使用環境条件の変化によっても負荷が変化する。しかしながら、上記従来例の一般的なPLL制御では、リファレンスクロック発生回路16からのリファレンスクロックが固定であるので、負荷の大きさに相当する目標位置に対する誤差を生じる。

この誤差はメカニカルセクタ型超音波診断装置において、目標とする超音波ビームの走査位置に対して実際の走査位置に誤差を生じる。この誤差量が一画像表示の間で変化すると、超音波診断画像に歪や揺れを生じる。この画像歪や揺れは超音波診断における寸法計測などの場合に誤差を生じ、誤診につながるという課題があった。

本発明は、このような従来例の課題を解決するものであり、画像表示前、あるいは診断を中断している間に、超音波探触子のスキャン動作機構の負荷および負荷変動を検出し、負荷によって発生する超音波ビーム走査位置の誤差を補正することができ、したがって、画像の揺れや歪を最小にし、画像上での寸法計測による誤差をなくし、誤診を低減することができるようにしたメカニカルセクタ型超音波診断装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

上記目的を達成するため、本発明の技術的解決手段は、トランスデューサ、このトランスデュー

サをメカニカルにスキヤニング動作させるための機構およびその駆動用のモータを有するメカニカルセクタ型の超音波探触子と、この超音波探触子をスキヤニング動作させるためのモータの駆動回路と、上記超音波探触子のスキヤニング動作機構の動作負荷を測定する測定手段と、上記モータの駆動軸の回転角度検出手段と、上記測定手段で測定した負荷と上記回転角度検出手段で検出した回転位置の情報に基づき、上記負荷量に応じて発生するスキヤニング位置の誤差を算出し、この誤差を補正するように上記モータ駆動回路を制御する補正制御手段を具備したものである。

そして、上記補正制御手段が測定手段で測定した負荷と回転角度検出手段で検出した回転位置の情報に基づき、スキヤニング位置の誤差を補正するタイミングでリファレンスクロックを発生するファレンスタイミング発生手段と、このリファレンスクロックを用いてモータ駆動回路を制御するPLL制御回路を備え、または上記補正制御手段が測定手段で測定した負荷と回転角度検出手段で検

出した回転位置の情報に基づき、スキヤニング位置の誤差を補正するための係数を設定する誤差補正係数設定手段と、リファレンスクロックを発生するリファレンスクロック発生手段と、このリファレンスクロックを用いてモータ駆動回路を制御するPLL制御回路と、上記誤差補正係数設定手段で設定された誤差補正係数に基づき、上記PLL回路のPLLゲインを可変して上記モータ駆動回路を制御するPLLゲイン可変手段を備えたものである。

作 用

本発明は、上記構成により次のような作用を有する。

測定手段によりメカニカルセクタ型の超音波探触子のスキヤニング動作機構の負荷および負荷変動を測定し、この測定情報と回転角度検出手段によるモータの駆動軸の回転位置情報に基づき、上記負荷量に応じて発生するスキヤニング位置、すなわち超音波ビームの走査位置の誤差を算出し、この誤差を補正するようにモータ駆動回路を補正制御手段により制御する。

実際の画像表示モードでは、走査位置誤差を補正するように超音波ビーム送信のタイミングを制御するか、若しくは走査位置誤差が一定となるようにモータの駆動軸の回転速度を制御することによって超音波画像の歪をなくし、画像上にキャリパーを設定し、寸法を計測する場合の誤差を最小にすることができる。

実 施 例

以下、図面を参照しながら本発明の実施例について説明する。

まず、本発明の第1の実施例について説明する。第1図は本発明の第1の実施例におけるメカニカルセクタ型超音波診断装置を示す概略ブロック図である。

本実施例において、トランスデューサ2をスキヤニング動作するための機構は、上述した第5図に示す従来のメカニカルセクタ型の超音波探触子と同じであるので、図示省略する。

本実施例は、負荷変動によって発生する超音波ビーム走査位置誤差を補正するため、リファレン

スクロックを変化させるようにしたものであり、第1図において、21はモータ11を駆動する駆動回路、22はモータ11に印加するための直流電圧、23は切り換えスイッチであり、モータ駆動回路21と直流電圧22をモータ11に対して切り換える。24はPLL(フェイズロックループ)制御回路であり、ロータリーエンコーダ14の信号と後述するリファレンスタイミング発生器29からのリファレンスクロック信号との位相を比較してモータ駆動回路21の補正制御を行なう。

25は回転角度検出器であり、ロータリーエンコーダ14の信号よりモータ11の駆動軸12、すなわちトランスデューサ2の回転角度(回転位置)を検出する。26は速度検出器であり、ロータリーエンコーダ14の信号よりモータ11の駆動軸12の回転速度を検出する。27はモータ電流算出器であり、速度検出器26で得られた回転速度からモータ11の電流を算出する。28は負荷トルク算出器であり、電流算出器27で得られたモータ11の電流からモータ11の発生トルク、す

なわちスキヤニング動作機構の負荷の大きさを算出する。29 はリファレンスタイミング発生器であり、負荷トルク算出器 28 と回転角度検出器 25 からの情報に基づいてスキヤニング動作機構の負荷の大きさに比例して位相差を補正したタイミングでリファレンスクロックを PLL 制御回路 24 に送出する。

上記構成において、以下、その動作について説明する。

超音波探触子内のトランスデューサ駆動用に用いられている直流モータ 11 の発生トルクは、このモータ 11 に流れる電流の大きさに比例する。また、直流電圧を印加したモータ 11 は、下記(1)式の関係を保ちながらスキヤニング動作機構の負荷の大きさに応じて駆動軸 12 の回転速度を変化させ、負荷の大きさとモータ 11 の発生トルクが常に等しい関係を保ちながら駆動軸 12 が回転することになる。つまり、スキヤニング動作機構の負荷が大きい場合には、モータ 11 はその駆動軸 12 の回転速度を下げてモータ電流を増やし、発

生トルクを増加させる。逆に負荷が小さい場合には、モータ 11 はその駆動軸 12 の回転速度を上げてモータ電流を減らし、モータ 11 の発生トルクを減少させる。

$$N = (V_{in} - I_M \times R_M) \div K_a \quad \dots\dots(1)$$

ただし、 V_{in} (V) は印加電圧、 K_a (V/rpm) はモータ発電定数、 N (rpm) はモータ駆動軸回転速度、 I_M (A) はモータ電流、 R_M (Ω) はモータコイル抵抗である。

そこで、駆動中のモータ 11 の発生トルクを検出することにより、負荷の大きさを求めることができる。上述したように、モータ 11 の発生トルクは下記(2)式で表わされるように、モータ 11 に流れる電流の大きさに比例する。

$$T_L = T_M = I_M \times K_t \quad \dots\dots(2)$$

ただし、 T_M (g・cm) はモータ発生トルク、 T_L (g・cm) は負荷トルク、 K_t (g・cm/A) はモータのトルク定数である。

したがって、モータ 11 の電流を検出し、既知のモータトルク定数を上記(2)式に代入すれば、モ

ータ 11 の発生トルク T_M 、すなわちスキヤニング動作機構の負荷を求めることができる。そして、本実施例では、モータ 11 の電流値を直接検出せずにモータ 11 の駆動軸 12 の回転速度を検出する。

まず、切り換えスイッチ 23 を操作して直流電圧 22 を超音波探触子内のモータ 11 に印加する。直流電圧 22 を印加したモータ 11 は、スキヤニング動作機構の負荷とモータ 11 の発生トルクがバランスを保ちながら回転する。速度検出器 26 は PLL 制御に使用しているロータリーエンコーダ 14 の信号のパルス周期からモータ 11 の駆動軸 12 の時々刻々の回転速度 N (rpm) を下記(3)式によって算出することができる。

$$N = \left(\frac{1}{T} \times \frac{2\pi}{\theta} \right) \times 60 \quad \dots\dots(3)$$

ただし、 θ (rad) はエンコーダピッチ、 T (Sec) はエンコーダパルス周期である。

モータ電流算出器 27 は上記回転速度 N と既知の定数を上記(1)式に代入してモータ 11 に流れて

いる電流を算出する。負荷トルク算出器 28 はモータ電流算出器 27 で算出したモータ電流にトルク定数 K_t を乗算することにより上記のようにモータ 11 の発生トルクを求める。回転角度検出器 25 はロータリーエンコーダ 14 の信号を常に監視している。この回転角度検出器 25 で PLL 制御用のロータリーエンコーダ 14 の信号から検出した回転位置(角度)の情報と負荷トルク算出器 28 からの負荷情報に基づき回転位置(角度)に対応した速度変動を算出することができる。つまり、スキヤニング動作機構の負荷をモータ 11 の駆動軸 12 の回転位置、すなわちトランスデューサ 2 の走査位置に対応して算出することができる。

第 2 図は切り換えスイッチ 23 を直流電圧 22 側に切り換え、負荷測定モードで測定したモータ 11 の駆動軸 12 の回転角度と負荷の大きさを表わした図である。

そして、リファレンスタイミング発生器 29 では、上記のように回転角度検出器 25 と負荷トルク算出器 28 からの情報に基づき、負荷の大きさ

に比例した位相差を想定し、切り換えスイッチ 23 の操作により負荷測定モードから PLL 制御モードに切り換わると、想定した位相差を補正したタイミングでリファレンスクロックを発生する。PLL 制御回路 24 でこの補正したリファレンスタイミングクロックとロータリーエンコーダ 14 からの信号との位相を比較してモータ駆動回路 21 を PLL 制御することによって、回転中の負荷変動による速度変動を補正した一定速度回転を実現することができる。

第 3 図 (a) は、切り換えスイッチ 23 を PLL 制御側に接続し、一般的な PLL 制御を行なっている従来例の場合のリファレンスクロック A とロータリーエンコーダ信号 B の関係を示している。この第 3 図 (a) では負荷の大きい所でリファレンスクロック A に対してロータリーエンコーダ信号 B の位相差が大きくなり、負荷の小さい所で上記位相差が小さくなっていることを示している。この位相差は固定ゲインの PLL 制御系では負荷の大きさに比例する。一方、第 3 図 (b) は補正したリファ

リファレンスクロック発生器であり、リファレンスクロックを PLL 制御回路 24 に送出する。31 は誤差補正係数設定器であり、回転角度検出器 25 で検出した回転位置の情報と負荷トルク算出器 28 で測定した負荷の情報に基づき、負荷によって発生するスキニング位置の誤差を補正するため係数を設定する。32 は PLL ゲイン設定回路であり、誤差補正係数設定器 31 で設定された誤差補正係数に基づき、PLL 制御回路 24 のゲインを可変してモータ駆動回路 21 を制御する。

本実施例によれば、誤差補正係数設定器 31 で設定された誤差補正係数に基づき、PLL 制御回路 24 のゲインを可変することにより、リファレンスクロック発生器 30 から PLL 制御回路 24 に送出される固定のリファレンスクロックに対して一定の誤差量を保ちながら、モータ 11 の駆動軸 12 を一定速度で回転させ、トランスデューサ 2 の走査速度を一定にすることができ、走査位置誤差による画像歪や揺れをなくすることができる。

なお、上記第 1、第 2 の実施例においては、モ

レンスクロック A により PLL 制御をすることによって、ロータリーエンコーダ信号 B が一定のタイミングで発生し、モータ 11 の駆動軸 12 が一定速度で回転していることを示している。

以上述べたように、メカニカルセクタ型超音波探触子を超音波診断装置本体に接続し、画像表示をする前に超音波探触子のスキニング動作機構の負荷を測定し、この負荷によって発生する誤差を補正するように PLL 制御系を制御することによって、超音波探触子のスキニング速度を一定にし、画像歪や揺れをなくすることができる。

次に本発明の第 2 の実施例について説明する。

第 4 図は本発明の第 2 の実施例におけるメカニカルセクタ型超音波診断装置を示す概略ブロック図である。本実施例は負荷変動によって発生する超音波ビーム走査位置誤差を補正するため、PLL 制御系のゲインを可変としたものである。本実施例において、上記第 1 の実施例と同一部分については同一符号を付してその説明を省略し、異なる構成について説明する。第 4 図において、30 は

ータ電流を検出する手段として、速度検出器 26、モータ電流算出器 27 を使用しているが、これらに替えてモータコイルに直列に抵抗を接続し、この抵抗の両端電圧を検出して電流を求めるようにしても良い。

発明の効果

以上述べたように本発明によれば、メカニカルセクタ型超音波探触子のスキニング動作機構の負荷および負荷変動を測定し、この測定情報と回転角度検出手段によるモータの駆動軸の回転位置情報に基づき、上記負荷量に応じて発生するスキニング位置、すなわち超音波ビームの走査位置の誤差を算出し、この誤差を補正するようにモータ駆動回路を補正制御手段により制御するようにしているので、トランスデューサ走査位置誤差を最小で一定にするように補正することができ、メカニカルセクタ型超音波探触子におけるスキニング動作機構の固有差、経時変化、環境条件の変化にも対応した走査位置誤差の補正を行なうことができる。このように、トランスデューサの走査

位置を補正することにより、超音波診断画像の歪や揺れを最小にし、画像上での寸法計測による誤差をなくし、超音波画像診断における誤診を低減することができる。

4. 図面の簡単な説明

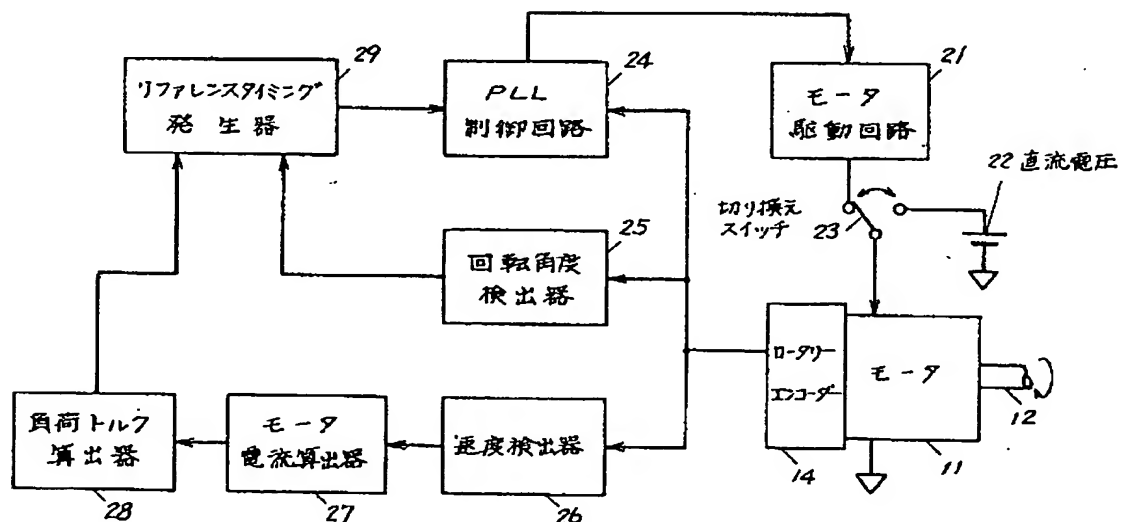
第1図は本発明の第1の実施例におけるメカニカルセクタ型超音波診断装置を示す概略ブロック図、第2図は第1図に示す第1の実施例において、モータ電流算出器と負荷トルク算出器からの情報に基づいて得られたモータの駆動軸の回転角度と負荷トルクの関係を示す図、第3図(a)は一般的な従来のPLL制御によって定速度回転をした場合のリファレンスクロックとエンコーダ信号の関係を示す図、第3図(b)は第1図に示す第1の実施例において、リファレンスクロックのタイミングを変化させ、負荷変動によって生じるスキニング位置誤差を補正した場合のリファレンスクロックとエンコーダ信号の関係を示す図、第4図は本発明の第2の実施例におけるメカニカルセクタ型超音波診断装置を示す概略ブロック図、第5図は

従来のメカニカルセクタ型超音波診断装置を示す構成図である。

11…モータ、12…駆動軸、14…ロータリーエンコーダ、21…モータ駆動回路、22…直流電圧、23…切り換えスイッチ、24…PLL制御回路、25…回転角度検出器、26…速度検出器、27…モータ電流算出器、28…負荷トルク算出器、29…リファレンスタイミング発生器、30…リファレンスクロック発生器、31…誤差補正係数設定器、32…PLLゲイン可変器。

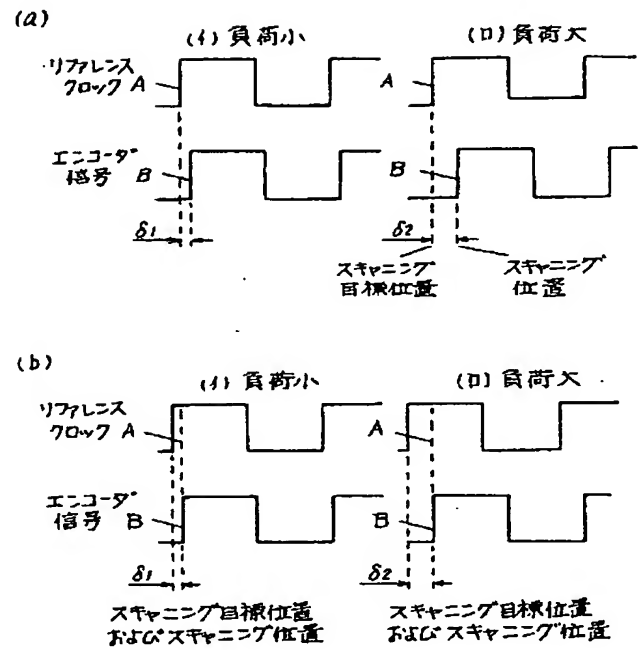
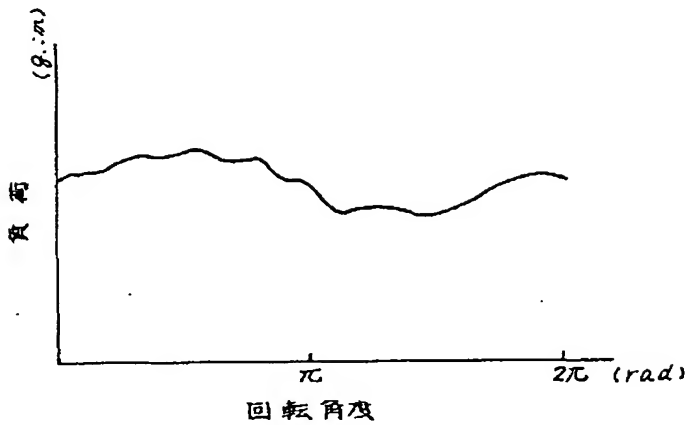
代理人の氏名 弁理士 栗野重孝ほか1名

第1図

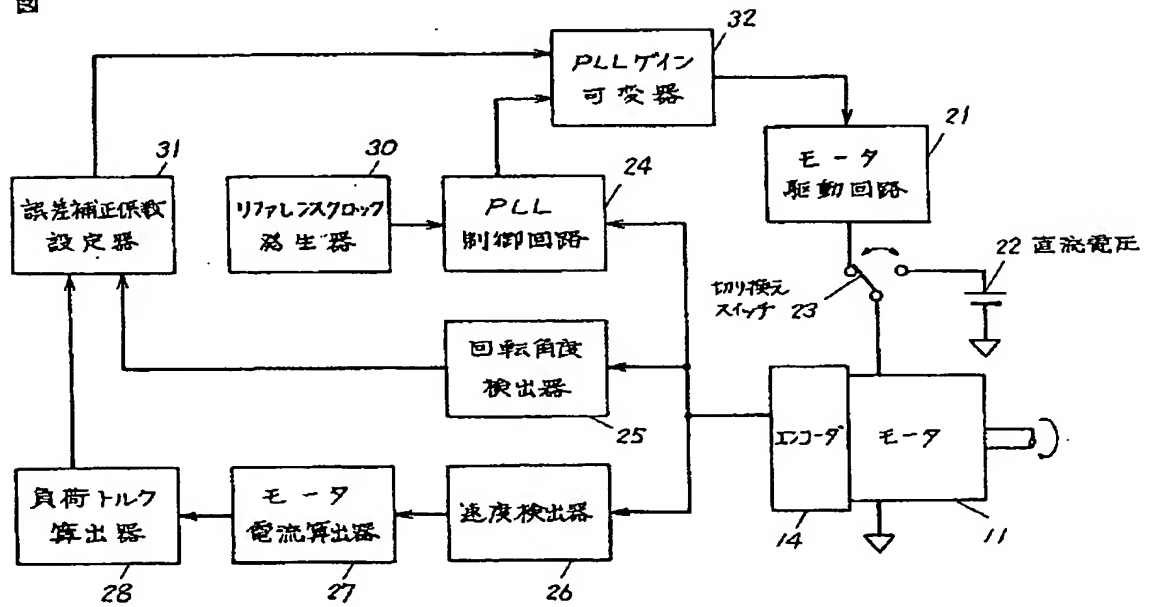


第 3 図

第 2 図



第 4 図



第 5 図

